



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.²: G 01 B
G 04 D

11/22
7/00

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DE LA DEMANDE A3

⑪ 616 805 G

②① Numéro de la demande: 8715/77

⑦① Requêteur(s):
Lasag S.A., Thun

②② Date de dépôt: 14.07.1977

⑦② Inventeur(s):
Theo Tschudi, Bern

④② Demande publiée le: 30.04.1980

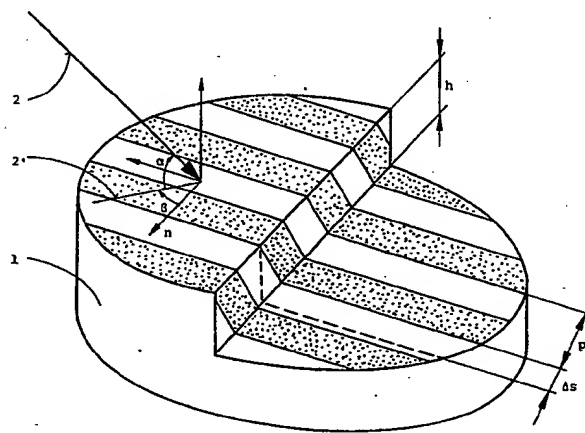
⑦④ Mandataire:
Société Générale de l'Horlogerie Suisse S.A.,
ASUAG, Bienne

④④ Fascicule de la demande
publié le: 30.04.1980

⑤⑥ Rapport de recherche au verso

⑤④ Procédé pour la mesure optique de différences de niveau d'une pièce par rapport à une pièce de référence et moyen pour la mise en oeuvre du procédé.

⑤⑦ Une grille faite de zones parallèles, alternativement transparentes et opaques, est placée dans le faisceau indicent incliné d'un angle α . Le déplacement latéral ΔS des zones projetées sur la pièce permet de calculer la variation du niveau h par rapport à une pièce de référence. La comparaison se fait soit électroniquement, soit en matérialisant le négatif de l'image de la pièce de référence sur un support photographique. Application au contrôle de qualité de pièces dans une chaîne de production.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

8715/77

I.I.B. Nr.:

HO 12 627

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
	GB - A - 1 282 272 (SIRA INSTITUTE) * Titre; page 2, lignes 105-128; figure 5 *	I,II, 1,2 4,5
	FR - A - 2 236 163 (WESTERN ELECTRIC CY INC.) * Titre; figures 1 et 2; page 3, ligne 30 à pa- ge 5, ligne 23 *	I,II,1,4
	DE - A- 1 423 606 (U.S. STEEL CORP.) * Titre; figures 1,2,3 et 4; pages 3,4 et 5 *	I,II,1,4
	FR - A - 2 310 551 (ROLLS-ROYCE, 1971, Ltd.) * Titre; ensemble du brevet; figure 1 et 2 *	I,II,1,2, 4,5,7
	US - A - 3 762 818 (W.O. JOHNSON et al.) * Titre; ensemble du brevet; figures 1,2,3 *	I,II,1,3 4,6

Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.2)	G 01 B 11/06 G 01 B 11/22 G 01 B 11/24 G 01 B 11/30
Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite mündliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument	

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches
Recherchierte Patentansprüche:

ensemble

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches
Nicht recherchierte Patentansprüche:

Raison:
Grund:

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche

Examinateur I.I.B./I.I.B. Prüfer

17 février 1978

REVENDECATIONS

1. Procédé pour la mesure optique de différences de niveau et de profondeurs de trous d'une pièce par rapport à une pièce de référence, caractérisé en ce que l'on éclaire la pièce à travers une grille faite de zones parallèles, alternativement transparentes et opaques, sous un angle α , en ce que l'on relève l'image de la pièce éclairée au travers de la grille au moyen d'un dispositif photosensible, en ce que l'on compare ladite image avec l'image obtenue à partir de la pièce de référence en mesurant les différences de déplacement latéral des zones portées sur la pièce et en ce que l'on effectue le calcul de la variation des niveaux à partir desdites différences.

2. Procédé de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on effectue la comparaison des images et le calcul de la variation des niveaux par des moyens électroniques.

3. Procédé de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on place un masque correspondant à l'image négative réalisée avec la pièce de référence devant le dispositif photosensible, masque dont les zones claires sont transparentes et les zones sombres opaques à la lumière, de sorte que le détecteur ne capte aucune lumière lorsque la pièce sous contrôle est identique à la pièce de référence.

4. Procédé de mesure selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on fait varier la largeur des zones de la grille à une certaine fréquence.

5. Moyen pour la mise en œuvre du procédé de la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une source lumineuse, une grille faite de zones parallèles, alternativement transparentes et opaques et un dispositif photosensible.

6. Moyen selon la revendication 5 pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend en plus un dispositif de calcul électronique.

7. Moyen selon la revendication 5 pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend en plus un masque correspondant à l'image négative, réalisé avec la pièce de référence.

8. Moyen selon la revendication 5 pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la grille comprend des zones dont la largeur est variable.

9. Moyen selon la revendication 5 pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface sensible du détecteur est compartimentée.

La présente invention a trait à un procédé pour la mesure optique de différences de niveau d'une pièce par rapport à une pièce de référence et au moyen pour sa mise en œuvre.

Un des champs d'application de la présente invention se trouve dans le contrôle optique des pièces dans une chaîne de production. Un autre dans la mesure optique de différences de niveau d'une pièce isolée par rapport à une pièce maîtresse.

L'invention a comme but de permettre la mesure rapide de différences du niveau et de profondeurs de trous dans des pièces, l'échelle des mesures allant de quelques micromètres à quelques millimètres.

Les systèmes connus pour réaliser cette fonction sont soit mécaniques, soit optiques. Les systèmes mécaniques font appel à un palpeur qui entre en contact mécanique avec l'objet de mesure et détermine de la sorte les cotes en divers points de la pièce. Cette méthode a l'inconvénient majeur d'être lente et de ne fournir les résultats des mesures qu'en un point à la fois. De plus, la nécessité d'établir des contacts mécaniques présente également l'inconvénient des risques d'endommagements ou d'égratignures de l'objet de mesure et/ou du palpeur.

Les méthodes optiques font appel à des sources de lumière cohérente ou incohérente. Avec des sources de lumière cohérente, on peut établir un hologramme pour le contrôle tridimensionnel d'une pièce. Cette méthode présente le désavantage majeur d'être trop précise, donc très sensible à l'état de surface de la pièce. Le trop grand bruit introduit par l'état de la surface rend difficile la mesure des niveaux. Cette méthode est donc trop élaborée pour le problème que l'invention se propose de résoudre: celui de vérifier les profondeurs des opérations du perçage, fraisage, polissage, etc., effectuées sur une platine de montre-bracelet, par exemple. D'autres méthodes avec des sources cohérentes ont l'inconvénient d'être ponctuelles.

Les méthodes optiques faisant appel à des sources incohérentes, monochromatiques ou non, sont basées sur l'obtention de figures de Moiré par le passage du rayon incident et réfléchi à travers une grille, ou sur des phénomènes de franges de diffraction. La précision qu'on peut atteindre avec les méthodes basées sur le premier phénomène ne dépasse pas quelques dizaines de millimètres et l'inconvénient majeur des méthodes basées sur le deuxième phénomène est la nécessité d'une source monochromatique. Le brevet américain US N° 3858981 fait usage d'une méthode permettant de combiner les deux phénomènes. D'autres méthodes optiques connues sont décrites ci-dessous.

Le brevet anglais N° 1282272 illustre une méthode de mesure de l'élévation du plan supérieur d'un objet éclairé au travers d'une grille à barres parallèles en translation rectiligne uniforme. La cote est donnée par le déphasage entre deux photodétecteurs, l'un repérant le défilement de la grille projetée sur la surface d'appui et l'autre repérant le signal lumineux en provenance du plan supérieur de l'objet.

La demande de brevet français N° 2236163 a trait à un procédé de mesure d'épaisseur d'un objet éclairé par un faisceau incliné issu d'une fente parallèle à la surface de l'objet, la mesure se faisant à l'aide d'une caméra de télévision.

La demande de brevet allemand N° 1423606 illustre plus particulièrement une méthode de contrôle de l'épaisseur et de la planité de panneaux à la sortie d'un laminoin.

La demande de brevet français N° 2310551 a pour objet la détermination de la forme d'une surface en l'éclairant au travers d'une grille à barres parallèles et en calculant son contour à l'aide des signaux d'un photodétecteur se déplaçant le long d'une ligne d'analyse.

Le brevet américain N° 3762818 a également pour objet la détermination de la forme d'une surface d'un objet quelconque, éclairé et observé au travers d'une grille effectuant un déplacement de va-et-vient parallèlement à son plan, d'une distance au moins égale à l'écart entre deux barres. L'enregistrement par un appareil photographique ouvert pendant une demi-période permet l'obtention de lignes du niveau de la surface observée.

Ces diverses méthodes optiques concourent essentiellement au relevé de cotes ou de contours d'objets, chacun pris pour soi.

L'invention, par contre, a pour but le contrôle optique des pièces dans une série par rapport à la pièce de référence. Elle propose une méthode optique simple, peu onéreuse, faisant appel à une source de lumière non cohérente mais préférablement monochromatique. Elle permet de mesurer les déviations de la cote en élévation de pièces à surfaces supérieures planes par rapport à la pièce de référence de même que d'effectuer un contrôle qualitatif de pièces à surface supérieure quelconque, toujours par rapport à la pièce de référence. Le contrôle est également rapide, et de ce fait la méthode s'adapte particulièrement bien au contrôle à 100% des pièces dans une chaîne de fabrication.

Le procédé est caractérisé en ce que l'on éclaire la pièce à travers une grille faite de zones parallèles, alternativement transparentes et opaques, sous un angle α , en ce que l'on relève l'image de la pièce éclairée au travers de la grille au moyen d'un dispositif photosensible, en ce que l'on compare ladite image avec l'image obtenue à partir de la pièce de référence en mesurant les différences

de déplacement latéral des zones portées sur la pièce et en ce que l'on effectue le calcul de la variation des niveaux à partir desdites différences.

Faisant usage de cette méthode, on peut effectuer la mesure effective des déplacements des franges sur la pièce en relevant son image au moyen d'un dispositif photosensitif et en la comparant électroniquement avec l'image obtenue à partir d'une pièce maîtresse.

Une variante possible et beaucoup plus rapide pour effectuer la mesure est caractérisée en ce que l'on récolte une partie de la lumière réfléchie de la pièce et ayant traversé un masque au moyen d'un détecteur.

Les deux variantes ci-dessus se prêtent à ce que l'on fasse varier la largeur des zones de la grille à une certaine fréquence.

L'invention a également pour objet les moyens de réalisation de la méthode de mesure optique des différences de niveaux d'une pièce par rapport à une pièce de référence et notamment les moyens pour effectuer les mesures selon les deux variantes ci-dessus.

Les figures en annexe faciliteront la description de la méthode en accord avec l'invention.

La fig. 1 illustre la méthode de base en accord avec l'invention.

La fig. 2 illustre la méthode de mesure en utilisant une grille variable et un masque.

Le schéma géométrique de la fig. 3 illustre la méthode de la grille variable en accord avec l'invention.

Sur la fig. 1 on reconnaît une pièce (1) quelconque illuminée par un faisceau de rayons parallèles (2) arrivant sous un angle α sur la surface de la pièce. Une grille interposée dans le faisceau projette son ombre sur la pièce. Les zones d'ombre ont un pas P. La projection (2') des rayons lumineux (2) sur la surface de la pièce présente un angle β par rapport à la normale (n), aux limites des zones d'ombre.

Supposons maintenant que l'on abaisse la pièce (1) d'une hauteur (h), ou que la surface de la pièce présente un déclivage de hauteur (h), comme illustré à la fig. (1). L'ensemble des zones d'ombre se décalent d'une distance ΔS qui est fonction des angles α et β . Le décalage est maximal pour un angle β nul, et pour la simplification de l'exposé qui suit, nous admettrons que β est toujours nul. Pour que cette condition soit remplie, il suffit que les barreaux de la grille soient parallèles à la surface de la pièce.

La mesure de la hauteur h en fonction du décalage latéral de l'ombre portée sur la pièce est donc simplement:

$$h = \frac{\Delta S \cdot \tan \alpha}{\cos \beta}$$

Pour $\beta = 0$

$$h = \Delta S \cdot \tan \alpha$$

Le domaine de mesure de h est limité par la périodicité de l'ombre portée sur la pièce.

$$0 < h < h_{\max}$$

avec

$$h_{\max} = P/2 \tan \alpha$$

Ce domaine peut être étendu à

$$0 < h < n \cdot h_{\max} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

en utilisant la technique des longueurs d'onde multiples, bien connue en théorie de mesure.

Une autre manière d'étendre le domaine de mesure consiste à éclairer la pièce simultanément ou successivement sous différents angles α .

Une première manière de réaliser la méthode de mesure en accord avec l'invention, utilisable surtout pour le contrôle de pièces dans une chaîne de production, consiste à relever l'image de l'objet de mesure à l'aide d'un dispositif photosensitif et de la comparer à celle obtenue avec une pièce maîtresse. Le calcul de la variation de

l'élévation de la surface (ou des différentes parties de la surface) peut alors s'effectuer électroniquement.

Une deuxième manière beaucoup plus rapide est celle faisant appel à une grille variable et à un masque. Le montage des différents éléments pour sa réalisation est illustré sur la fig. 2 et le principe de fonctionnement sur la fig. 3.

Sur la fig. 2, on reconnaît en (1) la pièce de mesure, en (2) le faisceau lumineux parallèle arrivant sous un angle α sur la pièce (1), en (3) la grille à zones parallèles, alternativement transparentes et opaques, les zones étant de largeur variable et parallèles au plan de la surface supérieure de la pièce; en (4) le masque; en (5) un détecteur photosensitif et schématiquement en (6) le dispositif électronique de calcul automatique de la variation en élévation (h).

La grille (3) à largeur de zones variable peut être réalisée à l'aide de la superposition de deux grilles dont l'une est entraînée par le mouvement d'un cristal piézo-électrique par exemple. En général, on les choisira identiques, et de sorte que $W_0 = W_i$ = la largeur de la zone opaque soit égale à W_i = la largeur de la zone transparente à la lumière.

Comme le montre le schéma de la fig. 3, le masque est l'image en négatif de la surface supérieure de l'échantillon de base éclairée au travers de la grille ouverte ($W_0 = W_i$). Le masque peut être obtenu à partir d'une plaque photographique ou d'un dessin par exemple.

Lorsqu'on éclaire la pièce (1) au travers de la grille et que ladite pièce correspond parfaitement à celle de l'échantillon de base utilisé pour fabriquer le masque, le détecteur ne pourra capter aucune lumière.

Si, par contre, ladite pièce présente à un endroit une différence de niveau avec l'échantillon de base, le déplacement latéral ΔS de l'ombre portée à la surface de la pièce fera qu'une faible partie de la lumière parviendra au détecteur. Afin de rendre le masque à nouveau complètement opaque, la frange W_0 doit être élargie d'une certaine quantité ΔW qui donnera la mesure de h.

En effet, au cas où la grille (3) est perpendiculaire au faisceau parallèle (2), on a

$$W_0 = P/2 \sin \alpha$$

$$\text{d'où } \Delta W = \Delta S \sin \alpha$$

$$\text{or } h = \Delta S \tan \alpha$$

$$\text{donc } h = \frac{\Delta W}{\cos \alpha}$$

La méthode de contrôle optique en accord avec l'invention peut être utilisée pour vérifier la conformité de la surface supérieure d'une pièce de forme quelconque avec celle d'une pièce maîtresse.

Pour obtenir une mesure de h, la pièce doit présenter des surfaces supérieures planes. Au cas où l'opération de contrôle s'effectue sur des pièces présentant une seule surface supérieure plane, la mesure de h peut se faire sans prendre de précautions spéciales quant à l'orientation de la pièce.

La méthode de contrôle optique selon l'invention permet de mesurer simultanément l'élévation de plusieurs portions de surfaces planes sur la face supérieure d'une pièce, telles que profondeurs de trous, niveaux de dégagements, etc. Le détecteur sera placé dans le plan-image du masque (4) et sa surface sensible sera compartimentée en autant d'éléments nécessaires pour arriver à la résolution voulue. La précision de la mesure sera fortement tributaire de la précision de positionnement de la pièce (1) en orientation autant qu'en élévation, par rapport aux positions et orientations de la grille et du masque. L'angle d'incidence α de la lumière et le pas P de la grille influencent également la précision de la mesure de h et ces deux paramètres seront choisis expérimentalement selon l'objet de mesure.

La méthode de mesure en accord avec l'invention est suffisamment performante pour être utilisée dans le contrôle optique de production de pièces horlogères, par exemple, où les cycles sont de l'ordre de 2 s et les précisions de mesure dans la dizaine de microns.

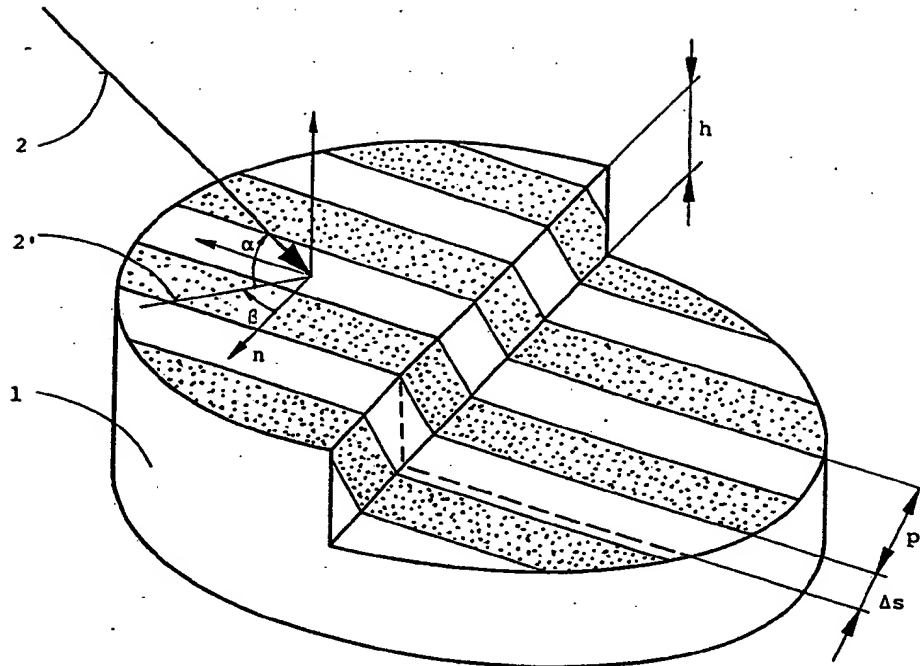


FIG. 1

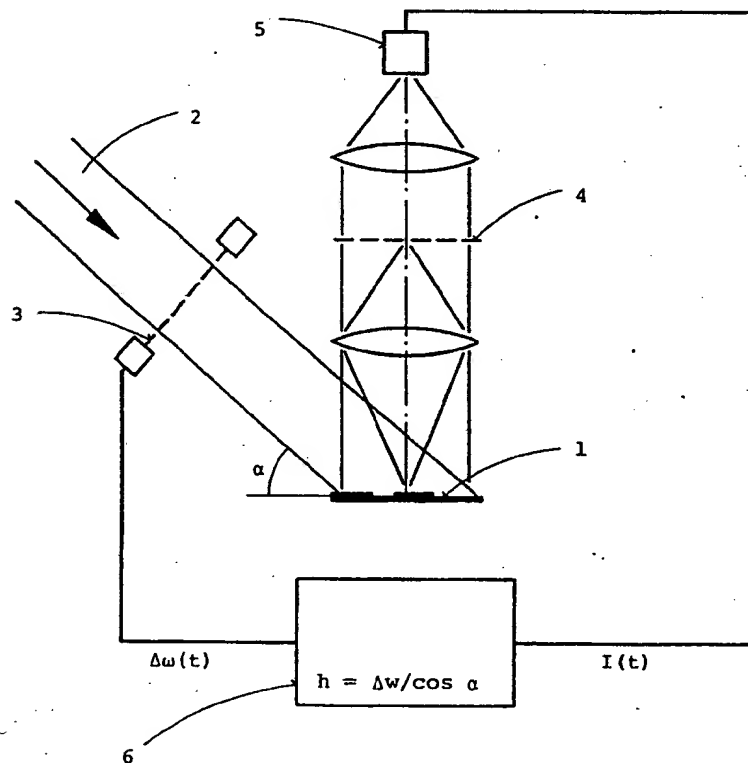


FIG. 2

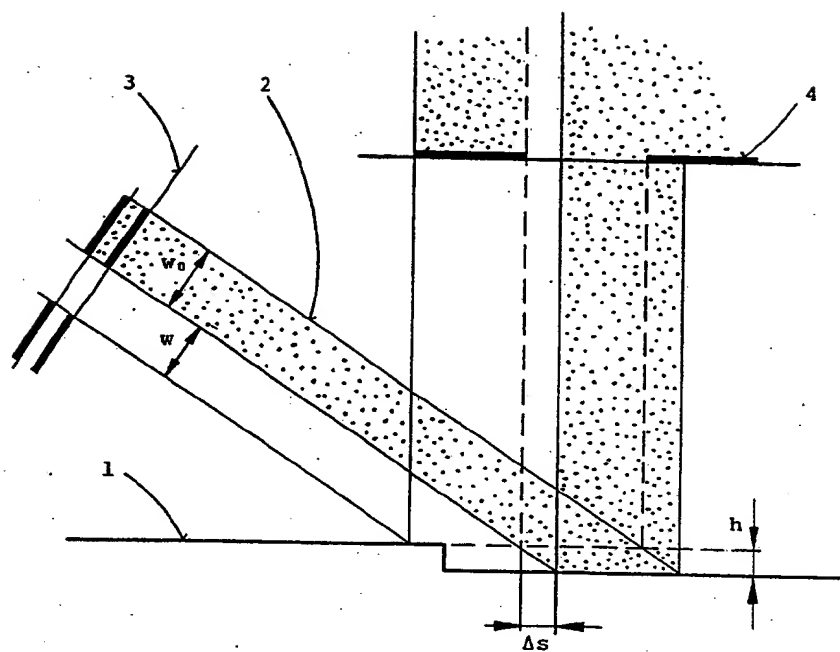


FIG. 3